

**JOSE GARCIA SOLANES \***

## **El enfoque monetario de la determinación de los tipos de cambio**

---

### **I. INTRODUCCION**

Los modelos monetarios de determinación del tipo de cambio constituyen la versión del enfoque monetario de la balanza de pagos en un sistema de tipos de cambio flexibles. No en vano, en uno de los trabajos fundamentales sobre este enfoque —el de Johnson (1972)— se utiliza explícitamente el mismo armazón teórico para determinar tanto el flujo de reservas exteriores (en regímenes de tipos de cambio fijos) como las variaciones del tipo de cambio (en regímenes de tipos flexibles). Hay que dejar claro, desde un principio —y así lo explicita claramente su autor al considerar una economía en crecimiento— que el armazón teórico de Johnson (1972) se enmarca en una perspectiva de largo plazo, circunstancia que se refleja, asimismo, en sus pretensiones empíricas.

El enfoque monetario tiene dos características fundamentales: a) supone que existe una demanda de dinero muy estable que depende de un reducido número de variables, y b) considera que tanto los mercados de bienes y servicios como los mercados de dinero están plenamente integrados a escala mundial. Esta última circunstancia equivale

\* Departamento de Teoría Económica. Universidad Autónoma de Madrid.

a decir que rige la ley de un solo precio en cada uno de estos mercados y que, por consiguiente, no existe ninguna posibilidad de obtener beneficios con el arbitraje de mercancías o de activos. El supuesto a) hace que el mercado de dinero se constituya en el centro medular del análisis. Se cree, en efecto, que los desequilibrios que se registran en este mercado se transmiten en forma de impulsos a los otros mercados y que los ajustes recaen sobre todo en los precios, tanto de bienes y servicios como de activos. Estos ajustes, entre los que se incluye el del tipo de cambio, sirven para restablecer el equilibrio en el mercado monetario.

El objetivo fundamental del presente artículo consiste en presentar una visión comparada de los principales tipos de modelos monetarios formulados en los últimos años para explicar las evoluciones de los tipos de cambio en el sistema actual de tipos de cambio flexibles. Creemos, así, poder completar la excelente panorámica de Hortalá y Tugores (1981) sobre los desarrollos recientes de la teoría de los tipos de cambio. La sección II presenta los rasgos básicos del modelo monetario simple. La sección III ofrece las características fundamentales de los modelos monetarios con expectativas racionales. En la sección IV se exponen las aportaciones de tres tipos de modelos monetarios con sustitución de monedas en línea creciente de complejidad y de acercamiento a la teoría de mercados de activos. Una síntesis comparativa de los distintos modelos y unos comentarios a guisa de aclaración pueden encontrarse en la sección V.

## II. EL MODELO MONETARIO SIMPLE

Un primer bloque del modelo está constituido por las condiciones de equilibrio en los mercados de dinero. En orden a facilitar tanto la deducción teórica como la obtención de una ecuación estimable empíricamente, los autores monetaristas suelen explicitar la función de demanda de dinero según la conocida forma funcional de Cagan (1956):

$$\frac{L}{P} = A \cdot Y^{\eta} \exp. (-\epsilon i),$$

donde  $L$  es la demanda de dinero en saldos nominales,  $P$  es el nivel general de precios,  $Y$  la renta real,  $i$  el tipo de interés nominal,  $A$  una constante, y  $\eta$  y  $\epsilon$  son, respectivamente, la elasticidad y la semielasticidad de la demanda de saldos reales con respecto a la renta real y al tipo de interés. Si con letras minúsculas expresamos los logaritmos neperianos de las variables correspondientes, excepto para los tipos de interés, los equilibrios en los mercados de dinero nacional y extranjero po-

drán representarse así respectivamente:

$$m = p + a + \eta \cdot y - \epsilon \cdot i \quad (1)$$

$$m^* = p^* + a^* + \eta^* y^* - \epsilon^* i^* \quad (2)$$

donde  $m$  representa al logaritmo neperiano de la oferta monetaria, y los asteriscos indican que la variable a la que acompañan pertenece al país extranjero.

Si restamos las anteriores ecuaciones y, con fines de simplificación expositiva, suponemos que los parámetros de las elasticidades y semi-elasticidades de la demanda de dinero, nacionales y extranjeros, son iguales (es decir, si  $\eta = \eta^*$  y  $\epsilon = \epsilon^*$ ), tendremos:

$$m - m^* = p - p^* - b + \eta(y - y^*) - \epsilon(i - i^*), \quad (3)$$

siendo  $b = a^* - a$ .

El segundo bloque del modelo lo constituye la relación que guardan los niveles de precios, nacionales y extranjero, a través de la condición de igualdad de poder adquisitivo en su versión absoluta (ley del precio único en el mercado mundial de bienes y servicios). En términos de logaritmos tendremos:

$$e = p - p^* \quad (4)$$

donde  $e$  es el logaritmo del tipo de cambio de la moneda nacional expresado en número de unidades de moneda nacional por una unidad de moneda extranjera.

Sustituyendo en (3) obtenemos:

$$e = b + (m - m^*) - \eta(y - y^*) + \epsilon(i - i^*) \quad (5)$$

La ecuación (5) solamente se diferencia de la que obtiene Johnson (1972) para un país pequeño en que incorpora un tipo de función concreto, el de Cagan, para las demandas de dinero, y en la forma de presentación, pues la ecuación de Johnson está expresada con tasas de variación. Y son varios los autores monetaristas quienes, recogiendo el desafío de Johnson, han sometido a contrastación empírica la mencionada ecuación para el caso de varios tipos de cambio que han presentado acusadas y sucesivas oscilaciones en el período de flotación de los años setenta<sup>1</sup>.

1. Véase, por ejemplo, Bilson 1978 b). Por su parte, Frenkel (1976) y Frenkel (1977) .../...

La ecuación (5) resalta el rasgo de que, siendo el tipo de cambio el precio relativo de dos monedas nacionales, su valor viene determinado, primariamente, por los factores que afectan a las demandas y ofertas relativas de esas monedas. Una vez determinado el nivel de precios en cada país (ecuaciones (1) y (2) en las que las ofertas monetarias son variables exógenas, como corresponde a un sistema de tipos de cambio flexibles), la ecuación (4) determina el tipo de cambio.

Algunas de las predicciones sobre las variaciones del tipo de cambio que se deducen de la ecuación (5) tienen un signo inverso con respecto a las que abastecen los modelos de raíz keynesiana basados en flujos parciales de la balanza de pagos. Así, mientras que la cuenta de capital de la balanza de pagos predice una apreciación del tipo de cambio cuando se eleva el tipo de interés nacional, el modelo monetario plasmado en la ecuación (5) predice una depreciación, producto de un descenso en la demanda nacional de dinero y del aumento subsiguiente del nivel nacional de precios. Por su parte, mientras que el estudio de los determinantes de los flujos comerciales, con bases keynesianas, predice una depreciación cuando se da un aumento de la renta real, el enfoque monetario prevé una apreciación cuando se da esta misma alteración exógena. Tal como resalta Bilson (1979), la aparente contradicción que se da en estos resultados sólo puede resolverse con una especificación detallada de los orígenes de la perturbación exógena en el contexto de un modelo de equilibrio general.

La ecuación (5) también nos da información acerca del valor de las elasticidades del tipo de cambio con respecto a cada uno de sus determinantes. Así, la elasticidad con respecto a la oferta monetaria nacional es la unidad, y con respecto a la oferta monetaria extranjera vale menos uno. En lo que respecta a las rentas reales nacional y extranjera y a los tipos de interés, el modelo predice que las elasticidades o semielasticidades del tipo de cambio con respecto a estas variables valen lo mismo que las correspondientes elasticidades o semielasticidades referidas a la demanda de saldos reales.

El modelo monetario simple expuesto hasta aquí presenta varias deficiencias. En primer lugar, supone como válida en todo momento la condición de igualdad de poder de compra cuando existe evidencia abundante de que, a corto plazo, tal condición puede cumplirse sólo cuando se utilizan índices de precios de los productos comercializables<sup>2</sup>. En segundo lugar, no es correcto suponer que el tipo de interés

.../...

presentan la estimación del modelo en el caso de la hiperinflación alemana de la década de los veinte.

2. Véase Isard (1977) y Dornbusch (1980).



nominal es una variable exógena en un régimen de tipos de cambio flexibles<sup>3</sup>. Finalmente, y como consecuencia de la deficiencia anterior, el modelo monetario simple no puede dar una explicación coherente del comportamiento volátil y errático de los tipos de cambio en la etapa actual de flotación, sean cuales fueren los índices que utilicemos para medir la inestabilidad cambiaria<sup>4</sup>.

Para subsanar las dos últimas deficiencias, el enfoque monetario ha extendido su modelo simple en dos direcciones<sup>5</sup>: a) incluyendo el mecanismo de formación de expectativas racionales, y b) incorporando la teoría de sustitución de monedas.

### III. EL MODELO MONETARIO CON EXPECTATIVAS RACIONALES

Tanto Frenkel como Bilson consideran que el diferencial de interés representa la tasa esperada de depreciación del tipo de cambio ( $\hat{E}^e$ ), aunque justifican este supuesto de forma distinta.

Bilson supone que el arbitraje de intereses cubierto asegura, a través de los flujos de inversión internacionales, la igualdad de los tipos de interés reales de dos activos expresados en monedas distintas:

$$r = r^*$$

Y, como según la condición de Fischer,  $r = i - \pi$ ,  $r^* = i^* - \pi^*$ , siendo  $\pi$  la tasa de inflación esperada, se tendrá que:

$$i - i^* = \pi - \pi^*$$

Teniendo presente que, según la condición de igualdad de poder adquisitivo en su versión relativa, se cumple que:

$$\pi - \pi^* = \hat{E}^e,$$

3. Sí que lo sería en un mundo mundelliano con tipos de cambio fijos y ausencia de mercados de cambio a plazo.

4. En Frenkel y Mussa (1980) y Lanyi y Suss (1982) se exponen y comentan algunos de estos índices. En este último trabajo se analiza, además, la relevancia de índices alternativos para calcular los efectos económicos de las fluctuaciones a corto plazo de los tipos de cambio.

5. En lo que respecta a la primera de las deficiencias, Frenkel (1976) aporta una solución evasiva afirmando que los índices de precios disponibles estadísticamente no son los más apropiados para deflactar los saldos monetarios nominales. En su opinión el verdadero nivel de precios no es observable, lo cual —dicho sea de paso— no le presenta ningún problema, ya que en la ecuación (5) no aparecen niveles de precios.

se tendrá finalmente:

$$i - i^* = \hat{E}^e \quad (6)$$

Por su parte, Frenkel, partiendo de la idea de que la ley del precio único se aplica a los tipos de interés nominales de los activos financieros expresados en monedas distintas cuando tales activos son perfectamente sustitutivos y no existe ningún obstáculo a la movilidad del capital, deduce directamente la teoría de la paridad de intereses keynesiana:

$$i - i^* = d \quad (7)$$

siendo  $d$  el descuento o premio de la moneda nacional en el mercado de cambios a plazo definido como el logaritmo del tipo de cambio a plazo ( $f$ ) menos el logaritmo del tipo de cambio al contado ( $e$ )<sup>6</sup>. Ahora bien, tanto en un mundo de previsión perfecta como en una economía estocástica en la que los agentes económicos forman sus expectativas racionalmente, el premio o descuento en el mercado de cambios a plazo refleja exactamente las expectativas de depreciación o de apreciación del tipo de cambio. De ahí la manera como Frenkel obtiene la ecuación (6) y su método de medir las expectativas sobre variación del tipo de cambio con datos del mercado de cambios a plazo.

Cabe ahora preguntarnos si es lógico suponer que los agentes económicos que intervienen en el mercado de cambios forman sus expectativas racionalmente. Sí que lo será si partimos del hecho, como hacen los monetaristas, de que el mercado de cambios es un mercado de activos bien organizado en el que los agentes económicos tienen acceso a toda la información disponible. Si ello es así, la información, que está al alcance de todo el mundo, quedará reflejada plenamente en los precios relativos de las monedas (tipo de cambio) y ningún agente económico para obtener un beneficio extraordinario en operaciones de arbitraje temporal. Se dice, en tal caso, que el mercado es eficiente en el sentido que Fama (1971) da a este término, y se demuestra que el tipo de cambio a plazo es un predictor no sesgado del tipo de cambio al contado<sup>7</sup>. Lo que no significa que sea un buen predictor, sobre todo si las perturbaciones exógenas y las noticias que afluyen al mercado son no anticipadas y los períodos de observación son cortos<sup>8</sup>.

6. Para ser exactos, la ecuación (7) tendría que escribirse así:  $\ln(1 + i) - \ln(1 + i^*) = d$ . Sin embargo, para valores normales de los tipos de interés los valores de  $\ln(1 + i)$  y de  $\ln(1 + i^*)$  están muy próximos a los de  $i$  e  $i^*$ , respectivamente.

7. Frenkel y Clements (1978, pp. 10-15) ofrecen evidencia empírica de esta demostración.

8. Según datos de Mussa (1979), cuando las observaciones son mensuales o trimestrales,

Una característica de este tipo de mercados con expectativas racionales es que si las noticias que afluyen al mercado se producen estocásticamente, tanto los precios actuales de los activos como las expectativas que se vayan generando sobre los mismos seguirán asimismo, una trayectoria aleatoria<sup>9</sup>. Lo cual da pié para descartar cualquier otra hipótesis de formación de expectativas, en especial la de carácter adaptativo.

Estas consideraciones han llevado a los monetaristas a adoptar el modelo de equilibrio del mercado de dinero desarrollado por Sargent y Wallace (1975) como un armazón teórico apropiado para extender el modelo monetario simple. Así lo han entendido, por ejemplo, Mussa (1976) y (1979), Barro (1978), Bilson (1978 a) y (1979), y Frenkel y Mussa (1980). Veamos a continuación la forma en que puede transformarse la ecuación (5) siguiendo, por ejemplo, el procedimiento sugerido por Bilson (1979).

Hemos visto anteriormente que  $i - i^* = d$ , siendo  $d = f - e$ . Sabemos además que  $f$  es un predictor no sesgado de  $e$ , por lo que podemos sustituirlo por  $E(e)$  (esperanza matemática del logaritmo del tipo de cambio). Teniendo en cuenta estas consideraciones y colocando referencia temporal a las variables, la ecuación (5) se transforma en:

$$e_t = b + (m_t - m_t^*) - \eta(y_t - y_t^*) + \epsilon E_t(e_{t+1}) - \epsilon e_t \quad (8)$$

donde  $E_t$  representa la esperanza matemática del logaritmo neperiano del tipo de cambio que prevalecerá en el momento  $t = 1$  condicionada a toda la información disponible en el momento  $t$ .

Por consiguiente:

$$e_t = \frac{1}{1 + \epsilon} [b + (m_t - m_t^*) - \eta(y_t - y_t^*)] + \frac{\epsilon}{1 + \epsilon} E_t(e_{t+1})$$

Si hacemos:

$$b + (m_t - m_t^*) - \eta(y_t - y_t^*) = x_t$$

$$\frac{\epsilon}{1 + \epsilon} = \psi$$

.../...  
más del 90 % de las variaciones del tipo de cambio al contado pueden atribuirse a modificaciones no esperadas.

9. Mussa (1979) presenta estos rasgos de la evolución de los tipos de cambio como una regularidad empírica.

tendremos:

$$e_t = \frac{1}{1+\epsilon} x_t + \psi E_t(e_{t+1}) \quad (9)$$

Ahora bien, la información más completa de que puede disponerse para formar las expectativas sobre el tipo de cambio —y con ello somos coherentes con el concepto de expectativas racionales— es la que se desprende del propio modelo según la fórmula (9). Así, el valor esperado de  $e$  en el momento  $t$  para cualquier período futuro  $t+j$  será:

$$E_t(e_{t+j}) = \frac{1}{1+\epsilon} E_t(x_{t+j}) + \psi E_t(e_{t+j+1}) \quad (10)$$

Cuando, por ejemplo,  $j = 1$ , se tendrá:

$$E_t(e_{t+1}) = \frac{1}{1+\epsilon} E_t(x_{t+1}) + \psi E_t(e_{t+2})$$

Sustituyendo en (9):

$$e_t = \frac{1}{1+\epsilon} x_t + \psi \frac{1}{1+\epsilon} E_t(x_{t+1}) + \psi^2 E_t(e_{t+2}) \quad (9')$$

Si  $j = 2$ , y sustituyendo en (9'), obtendremos:

$$e_t = \frac{1}{1+\epsilon} x_t + \psi \frac{1}{1+\epsilon} E_t(x_{t+1}) + \psi^2 \frac{1}{1+\epsilon} E_t(x_{t+2}) + \psi^3 E_t(e_{t+3}) \quad (9'')$$

.....

Después de infinitos procesos, tendremos:

$$e_t = \frac{1}{1+\epsilon} \sum_{j=0}^{\infty} \psi^j E_t(x_{t+j}) \quad (11)$$

La conclusión fundamental de este modelo se deduce directa e inmediatamente de la ecuación (11): el valor del tipo de cambio actual depende de los valores actual y esperado, para todo el período de vida de las monedas, de los determinantes de las ofertas y demandas de estos activos.

De la ecuación (11) se desprende, asimismo, la necesidad de distinguir entre dos clases de modificaciones en las variables exógenas: las no anticipadas y las anticipadas. Una modificación *no anticipada* ejerce dos tipos de influencias sobre el tipo de cambio actual. El primero es el que predice el modelo monetario simple; es decir, el que produce directa e inmediatamente la modificación actual propiamente dicha ( $j = 0$ ).

El segundo tiene un carácter más indirecto porque se canaliza a través de las expectativas. Las modificaciones inesperadas de las variables exógenas en el momento presente crean expectativas de alteraciones futuras ( $j = 1, 2, \dots$ ) en esas mismas variables que se descuentan al momento presente y provocan un ajuste en el valor actual del tipo de cambio. El tamaño de las modificaciones esperadas y la dimensión temporal en la que se proyecta (valor de  $j$ ) depende de los pronósticos o previsiones que hacen los agentes económicos acerca de las reacciones futuras de las autoridades monetarias una vez tenidos en cuenta el comportamiento usual de las autoridades y las condiciones estructurales de la economía que son supuestamente conocidas por aquéllos. Si, por ejemplo, sucede que por regla general los cambios no anticipados en la oferta monetaria, producidos en un momento determinado, invierten su sentido al cabo de un cierto número de períodos, entonces las expectativas de variación futura de la oferta monetaria contrarrestarán en gran parte los efectos producidos por el impacto inicial, y el tipo de cambio responderá con una elasticidad más reducida. Si, por contra, el cambio no anticipado es el preludio de cambios futuros en el mismo sentido, la respuesta del tipo de cambio será muy acusada.

Esta última consideración explica el por qué los monetaristas creen que este segundo tipo de influencias, que tiene un carácter claramente "especulativo" por el elemento de incertidumbre que encierra, contribuye a acelerar el acercamiento del valor presente del tipo de cambio al valor exigido por las condiciones estructurales subyacentes de la economía. Y revela, asimismo, la razón por la que los monetaristas consideran que los especuladores tienen siempre un comportamiento estabilizador. De manera que, cuando pudiera parecer lo contrario en razón a que el tipo de cambio que contribuyen a determinar se separa claramente del valor que el Banco central se fija como objetivo, ello sería debido a que este objetivo está en conflicto con la propia política monetaria del Banco central o con las condiciones estructurales de la economía.

Una modificación *anticipada*, para cualquier momento o momentos futuros  $j = 1, 2, \dots$ , debido por ejemplo a que ha sido anunciada con suficiente antelación, se descuenta inmediatamente en el valor del tipo de cambio actual. Pero con la particularidad de que su incidencia sobre el tipo de cambio es más pequeña que la que originaría una modifi-

cación equivalente en el momento actual, debido a que los factores de descuento,  $\frac{1}{1+\epsilon}$  y  $\psi^j$ , que aparecen en la ecuación (11) valen menos que la unidad. Además, una modificación anticipada produce un efecto menos que proporcional sobre el tipo de cambio en el momento en que realmente tiene lugar, en virtud de que una parte de sus efectos ya se dejaron sentir en los períodos precedentes.

Con el fin de ilustrar cómo operan las expectativas acerca de modificaciones futuras de las variables exógenas, veámos a continuación, a guisa de ejemplo, la forma como transmite sus efectos sobre el tipo de cambio al contado actual ( $e_t$ ) el anuncio de una política monetaria más restrictiva para el momento  $t+s$ .

Como los agentes económicos conocen los efectos de una variación de las disponibilidades líquidas sobre el tipo de cambio, de acuerdo con lo que establece el modelo monetario simple, anticiparán una apreciación del tipo de cambio en el momento  $t+s$ . Esta expectativa se reflejará inmediatamente en una apreciación del tipo de cambio a plazo actual (disminuirá  $f_t$ ) y, para un valor dado del tipo de cambio al contado, en una reducción del descuento o aumento del precio de la moneda nacional en el mercado a plazo (disminuirá  $d_t$ ). El cumplimiento de la ecuación (7) exige que, para unos valores dados del tipo de interés extranjero y del tipo de cambio, disminuyan el tipo de interés y la tasa de inflación esperada nacionales. Y, si el mercado de dinero ha de estar siempre en equilibrio, ante un descenso de  $i_t$  también se reducirá  $p_t$  para satisfacer la ecuación (1). Como consecuencia, y para satisfacer la ecuación (4), descenderá el valor de  $e_t$ , lo cual significa una apreciación del tipo de cambio al contado en el momento presente.

Como puede verse, la elasticidad del tipo de cambio con respecto a las modificaciones de las variables exógenas depende de la naturaleza del proceso de modificación de tales variables<sup>10</sup>. De lo explicado en los párrafos anteriores se deduce que dicha elasticidad es mayor que uno cuando las modificaciones son no anticipadas, o cuando siguen una senda aleatoria<sup>11</sup>. Bilson demuestra que ello también es así cuando las variables exógenas se modifican de acuerdo con un esquema autorregresivo de primer orden<sup>12</sup>.

Obsérvese que los efectos que produce una modificación no anticipada de la oferta monetaria sobre el tipo de cambio se verán atenuados si se tienen en cuenta las variaciones de la renta real inducidas por esa

10. Bilson (1978 a, pp. 79-82) y Bilson (1979), pp. 209-210) analiza la influencia de varias clases de procesos de modificación de las variables exógenas sobre el tipo de cambio.

11. Se dice entonces, utilizando el término acuñado por Frenkel (1976) y utilizado también por Bilson (1978 a), que ha tenido lugar un efecto de "magnificación".

12. Bilson (1978 a), pp. 80-82.

perturbación monetaria, según la función de oferta sorpresa de Lucas, Sargent y Wallace. Esta compensación será tanto mayor, dando lugar a un tipo de cambio más estable, cuanto menos errática sea la política monetaria. En efecto, cuando la política monetaria es muy estable, los cambios no anticipados en la oferta monetaria sorprenden en mayor medida a los agentes económicos, dando lugar a variaciones compensadoras más acentuadas en la renta real.

Finalmente, conviene aclarar que, según las tesis monetaristas, el tipo de cambio, sea cual fuere el grado de su inestabilidad, no se separa nunca de su valor de largo plazo determinado por la condición de igualdad de poder adquisitivo (ausencia de rebasamiento o de "over-shooting" con respecto a este valor de referencia) porque suponen que esta condición se satisface en cualquier momento del tiempo<sup>13</sup>. Es una postura que, a tenor de lo que establece la función de oferta sorpresa, no comparten en lo que respecta a la evolución del valor de la renta real.

#### IV. MODELOS MONETARIOS CON SUSTITUCION DE MONEDAS

La característica general de los modelos de sustitución de monedas consiste en resaltar la importancia que tiene la reestructuración de una cartera de monedas sobre la volatilidad de los tipos de cambio de las mismas a corto plazo. En la presente sección expondremos los fundamentos de tres de las líneas de desarrollo que, de la ya amplia literatura aparecida en los últimos años, nos parece más relevantes.

##### IV. 1. *Carteras nacionales constituídas por dinero y bonos nacionales y por dinero y bonos extranjeros*

En el modelo desarrollado en las páginas precedentes se suponía que, para los residentes nacionales, la única alternativa relevante al mantenimiento de dinero nacional era la posesión de bonos nacionales, mientras que, para los residentes extranjeros, la única alternativa relevante al mantenimiento de su propio dinero (el extranjero) era la adquisición de bonos extranjeros. Ahora bien, cuando se considera una eco-

13. Véase nota de pie de página núm. 5 de este trabajo. Pero a efectos de someter a contrastación empírica el modelo, Bilson (1978 b) supone que el tipo de cambio se acerca a su valor de equilibrio representado por (11) de acuerdo con un mecanismo de ajuste parcial. Por ello en la ecuación que contrasta empíricamente Bilson incorpora el valor del tipo de cambio al contado retardado de un período. A nuestro modo de ver, la buena estimación que Bilson consigue con esa especificación no excluye la posibilidad de que el ajuste parcial obedezca a la presencia de expectativas de carácter adaptativo.

nomía abierta, la gama de activos financieros disponibles para constituir una cartera es mucho más amplia. En el modelo que vamos a exponer las alternativas frente al mantenimiento de dinero nacional son la posesión de bonos nacionales y de dinero y bonos extranjeros. Como consecuencia, las variables fundamentales que influirán sobre la demanda de dinero en saldos reales serán: la renta real (que en los modelos monetaristas interviene tanto por motivo de transacción como por constituir una aproximación de la riqueza), los tipos de interés nacional y extranjero que representan el coste de mantener dinero nacional y extranjero respectivamente, y el descuento o premio de la moneda nacional en el mercado a plazo (que en un sistema de tipos de cambio flexibles, como hemos explicado anteriormente, representa la variación esperada en el tipo de cambio al contado). Las consideraciones especulativas se canalizan en su totalidad a través de esta última variable. Este rasgo explica el que la influencia de esta variable sobre la demanda de dinero nacional en saldos reales tenga un signo claramente negativo. Y que, por la misma razón, los dos tipos de interés influyan con el mismo signo (negativo) sobre la demanda de dinero<sup>14</sup>.

Teniendo en cuenta la discusión precedente y suponiendo que la demanda genérica de dinero obedece a la forma funcional de Cagan, el modelo que consideramos, desarrollado por Frenkel y Clements (1978), puede exponerse así:

Demanda nacional de dinero nacional:

$$L_1 = P.A.Y.^{\eta_1} \exp(-\epsilon_1 i - \alpha_1 i^* - \beta_1 d) \quad (12)$$

Demanda extranjera de dinero nacional:

$$L_1^* = P.A^* Y^{\eta_1^*} \exp(-\epsilon_1^* i - \alpha_1^* i^* - \beta_1^* d) \quad (13)$$

Demanda nacional de dinero extranjero:

$$L_2 = P^*.B.Y^{\eta_2} \exp(-\epsilon_2 i - \alpha_2 i^* + \beta_2 d) \quad (14)$$

Demanda extranjera de dinero extranjero:

$$L_2^* = P^*.B^*Y^{\eta_2^*} \exp(-\epsilon_2^* i - \alpha_2^* i^* + \beta_2^* d) \quad (15)$$

14. Téngase presente que si en la consideración de las influencias del tipo de interés extranjero sobre la demanda de dinero nacional dejamos de lado las consideraciones especulativas, un aumento del tipo de interés extranjero será interpretado como el preludio de un aumento del tipo de interés nacional si ha de cumplirse la ecuación (6). O, simplemente, como una pérdida de poder adquisitivo del dinero nacional en términos de una cesta estándar de bienes y servicios internacionales.



La demanda total de dinero nacional será  $L = L_1 + L_1^*$  y la demanda total de dinero extranjero será  $L^* = L_2 + L_2^*$ .

El equilibrio en los dos mercados monetarios viene representado por:

$$M = L_1 + L_1^* \quad (16)$$

$$M^* = L_2 + L_2^* \quad (17)$$

Sustituyendo las ecuaciones (12) a (15) en (16) y (17), y teniendo en cuenta que se supone el cumplimiento de la condición de igualdad de poder adquisitivo, podremos obtener una expresión para el tipo de cambio en función de los distintos componentes de las ofertas y de las demandas de las dos monedas. Si para facilitar la exposición suponemos que las elasticidades renta de todas las demandas de dinero son iguales entre sí ( $\eta_1 = \eta_1^* = \eta_2 = \eta_2^* = \eta$ ), que las semielasticidades de las demandas de dinero con respecto a los tipos de interés son iguales ( $\epsilon_1 = \alpha_1 = \epsilon_1^* = \alpha_1^* = \epsilon_2 = \alpha_2 = \epsilon_2^* = \alpha_2^* = \epsilon$ ), y que las semielasticidades de las demandas de dinero con respecto al descuento del tipo de cambio a plazo son también iguales ( $\beta_1 = \beta_1^* = \beta_2 = \beta_2^* = \beta$ ), la ecuación del tipo de cambio podrá obtenerse como sigue:

$$E = \frac{M}{M^*} \cdot \frac{(BY^\eta + B^*Y^{*\eta}) \exp(-\epsilon i - \alpha i^* + \beta d)}{(AY^\eta + A^*Y^{*\eta}) \exp(-\epsilon i - \alpha i^* - \beta d)}$$

$$E = \frac{M}{M^*} \cdot \frac{BY^\eta + B^*Y^{*\eta}}{AY^\eta + A^*Y^{*\eta}} \exp(2\beta d) \quad (18)$$

Tomando tasas de crecimiento en la expresión anterior, deducimos:

$$\begin{aligned} \hat{E} = (\hat{M} - \hat{M}^*) + \frac{BY^\eta}{BY^\eta + B^*Y^{*\eta}} \eta \hat{Y} + \frac{B^*Y^{*\eta}}{BY^\eta + B^*Y^{*\eta}} \eta \hat{Y}^* - \\ - \frac{AY^\eta}{AY^\eta + A^*Y^{*\eta}} \eta \hat{Y} - \frac{A^*Y^{*\eta}}{AY^\eta + A^*Y^{*\eta}} \cdot \eta \hat{Y}^* + 2\beta \Delta d \end{aligned}$$

Teniendo en cuenta que:

$$\frac{BY^\eta}{BY^\eta + B^*Y^{*\eta}} = \frac{L_2}{L^*}, \quad \frac{B^*Y^{*\eta}}{BY^\eta + B^*Y^{*\eta}} = \frac{L_2^*}{L^*},$$

$$\frac{AY^\eta}{AY^\eta + A^*Y^{*\eta}} = \frac{L_1}{L}, \quad \frac{A^*Y^{*\eta}}{AY^\eta + A^*Y^{*\eta}} = \frac{L_1^*}{L}$$

y denominado a estos cuatro cocientes  $(1 - \lambda^*)$ ,  $\lambda^*$ ,  $\lambda$ ,  $(1 - \lambda)$ , respectivamente, obtenemos:

$$\hat{E} = (\hat{M} - \hat{M}^*) + \eta(\lambda^* + \lambda - 1)(\hat{Y}^* - \hat{Y}) + 2\beta\Delta d \quad (19)$$

De esta ecuación cabe resaltar dos rasgos fundamentales que la diferencian claramente de la fórmula que para el crecimiento del tipo de cambio se obtiene del modelo monetario. En primer lugar, nos encontramos con una nueva elasticidad del tipo de cambio con respecto a las rentas reales. Ahora, su valor está en función de los parámetros  $\lambda$ ,  $\lambda^*$  y  $\eta$ . En el caso particular en que tanto los residentes nacionales como los extranjeros mantienen sus carteras con proporciones idénticas de las dos monedas ( $\lambda = \lambda^* = 1/2$ ), las modificaciones de las rentas reales no afectarán al tipo de cambio. Y, cuando las carteras no están diversificadas, la fórmula (19) contiene un término de renta igual a la del modelo monetario simple. Lo más normal es que cada moneda sea demandada en mayor proporción por los residentes del país que emite esa moneda que por los residentes del país extranjero, es decir,  $\lambda > 1/2$ ,  $\lambda^* > 1/2$ , lo que significa que  $\lambda + \lambda^* > 1$ , y que, como consecuencia, los efectos de las variaciones de las rentas reales sobre el tipo de cambio sean más atenuados en relación con lo que sucede en el modelo monetario simple.

Por otra parte, y éste constituye el segundo rasgo que queremos destacar, las expectativas sobre variación del tipo de cambio, representadas por el valor de  $d$ , juegan un papel importante en este modelo, cosa que no sucede en el modelo monetario simple. La razón estriba en que, al existir la posibilidad de sustituir una moneda por otra, cualquier variación en las expectativas de modificación del tipo de cambio se traduce en una alteración instantánea de la composición de las carteras de ambos tipos de residentes en perjuicio de la moneda que está sujeta a expectativas de depreciación, y a favor de la moneda que en opinión de los agentes económicos va a experimentar una apreciación. La magnitud de la sustitución, y por tanto de la incidencia sobre el tipo de cambio, depende de  $\beta$ , variable que mantiene una relación directa con la elasticidad de sustitución de las dos monedas.

#### IV. 2. Cartera internacional y expectativas racionales

En este segundo tipo de modelos, como el desarrollado por Bilson (1979), la sustitución entre monedas se produce en una cartera interna-

cional en la que la variable de escala apropiada es la renta real mundial, y en la que el poder de compra de las monedas de la cartera se mide en términos de una cesta estándar de bienes y servicios.

La condición de equilibrio en el mercado de cada moneda podrá expresarse así:

$$M = P.A.Y. \exp.(-\epsilon i) \quad (20)$$

$$M^* = E.P.A^*.Y. \exp.(-\epsilon i^*) \quad (21)$$

donde  $Y$  representa el nivel de renta mundial.

Tomando logaritmos y despejando el valor del tipo de cambio obtenemos:

$$e = b + (m - m^*) + \epsilon(i - i^*), \quad (22)$$

ecuación que sólo se diferencia de la ecuación (5) por la ausencia en la misma del término correspondiente a la renta real.

Introduciendo expectativas racionales y resolviendo la ecuación (22) de manera análoga a como hicimos en la sección III, se obtiene una ecuación idéntica a la ecuación (11) con la única salvedad de que en la nueva ecuación la variable exógena compuesta,  $x_t$ , no contiene el término renta.

Supongamos de la forma como hace Bilson (1979), que la modificación de las variables exógenas está generada por un proceso autorregresivo de primer orden, del tipo

$$\Delta x_t = \rho \Delta x_{t-1} + u_t \quad (23)$$

donde  $\rho$  es el parámetro autorregresivo del primer orden, y  $u_t$  es una perturbación aleatoria distribuida independientemente y representa la innovación corriente que se produce en  $x_t$ .

La ecuación (23) puede utilizarse para obtener la expresión que nos da el valor de la variable compuesta,  $x_t$ , en cada uno de los períodos futuros. La sustitución de esta expresión en la nueva ecuación del tipo de cambio nos da una fórmula para esta última variable que puede escribirse de las dos maneras siguientes<sup>15</sup>:

$$e_t = e_{t-1} + \frac{1}{1 - \psi\rho} u_t + \frac{\rho(1 - \psi)}{1 - \psi\rho} \Delta x_{t-1} \quad (24)$$

15. Véase el apéndice de este artículo.

$$e_t = f_{t-1} + \frac{1}{1 - \psi\rho} u_t \quad (25)$$

Recordemos que  $\psi$  puede tomar valores que van desde cero hasta uno a medida que  $\epsilon$  varía desde cero hasta infinito<sup>16</sup>.

Tanto la ecuación (24) como la (25) resaltan la importancia que tiene el grado de sustituibilidad de las monedas sobre la inestabilidad del tipo de cambio al contado, aunque centrándose en aspectos distintos. La ecuación (24), por ejemplo, nos dice que cuando las dos monedas son perfectamente sustituibles ( $\epsilon = \infty \rightarrow \psi = 1$ ), el tipo de cambio al contado es una función de las innovaciones corrientes que tienen lugar en las variables exógenas. Y puesto que, por definición, estas innovaciones acontecen de forma estocástica, el tipo de cambio seguirá un camino aleatorio. Es evidente que esta circunstancia da una gran volatilidad al tipo de cambio. En efecto, ante el acaecimiento de alguna noticia relacionada directa o indirectamente con una variable exógena, si la cartera ha de contener las dos monedas (diversificación que se corresponde con la evidencia empírica), el tipo de cambio tiene que modificarse lo suficiente para eliminar cualquier expectativa de depreciación o apreciación futura. De no ser así, y puesto que las monedas son perfectamente sustitutivas, no se demandaría la moneda que está sujeta a expectativas de depreciación, y la cartera contendría solamente la moneda sobre la que recaen expectativas de apreciación.

En la ecuación (25) puede observarse que a medida que aumenta el grado de sustituibilidad entre las monedas aumenta también la parte en que el tipo de cambio al contado es explicada por el componente aleatorio ( $u_t$ ) y disminuye la calidad de predicción del tipo de cambio a plazo. De nuevo, observamos que la elasticidad de sustitución influye de manera directa en la aleatoriedad y volatilidad del tipo de cambio al contado.

#### IV. 3. *Cartera internacional con múltiples activos*

El modelo al que nos vamos a referir a continuación, desarrollado por Brillembourg y Schadler (1979), se basa en el armazón teórico de equilibrio general dinámico elaborado por Brainard y Tobin (1968).

Se parte de la base de que, en un mundo con incertidumbre, los agentes económicos mantienen una cartera diversificada con múltiples activos, entre los que se incluye un conjunto determinado de monedas.

16. Recuérdese que el parámetro  $\psi$  fue definido en la sección III como  $\frac{\epsilon}{1 + \epsilon}$ .

La demanda (stock deseado) de cada activo depende de la riqueza, que juega el papel de restricción presupuestaria, y de los tipos de rendimiento de cada uno de los activos.

El almacén teórico que estamos describiendo tendría poco de monetarista si no fuera porque incorpora la hipótesis adicional de que los activos financieros distintos de las monedas son perfectamente sustituibles, y que los movimientos de capital no se ven obstaculizados por ninguna clase de impedimento. Porque resulta, en efecto, que esta hipótesis hace que sólo exista un tipo de rendimiento para estos activos y que, como consecuencia, sean los mercados de dinero los que determinen la situación del sector exterior de cada país a corto plazo. Esta hipótesis permite a sus autores centrar su atención en las relaciones que existen entre las distintas monedas y dejar en lugar secundario las sustituciones que se producen entre monedas y otros activos.

Brillembourg y Schadler consideran que los agentes económicos llevan a cabo el proceso de asignación de su riqueza entre los activos disponibles en dos etapas. En la primera deciden cuánto invierten en monedas y cuánto en los otros activos. En la segunda determinan la proporción de su riqueza que va destinada a cada una de las monedas. Estas dos etapas vienen reflejadas por las dos ecuaciones de comportamiento de su modelo, que reproducimos a continuación:

$$1 = \lambda \left( \sum_j^n \gamma_{1j} \tilde{r}_j^c + \phi \sum_j^n \Delta \tilde{p}_j + w \right) + (1 - \lambda) \cdot 1(-1) + \mu_1 \quad (26)$$

$$z_k - 1 = \sum_j^n (\gamma_{kj} - \gamma_{1j}) \tilde{r}_j^c + \mu_j \quad \text{para } k = 1, \dots, n - 1 \quad (27)$$

donde  $1$  y  $z_k$  son, respectivamente, los logaritmos de la demanda global de monedas y de la demanda de la moneda  $k$ , ambas en saldos reales;  $\tilde{r}_j^c$  representa el vector de los tipos de rendimiento reales esperados de las monedas. Estos tipos de rendimiento incluyen, entre otros conceptos, los intereses que pueden percibirse y las expectativas de modificación de cada tipo de cambio con respecto a una moneda que se toma como numerario. La variable  $\Delta \tilde{p}_j$  representa el vector de los rendimientos reales (tasas de inflación) esperados de los activos no financieros;  $w$  es el logaritmo del stock de riqueza de todos los países incluidos en el estudio; mide la velocidad a la que el stock deseado global de monedas se ajusta a la tenencia del mismo por parte de los agentes económicos.  $\gamma_{1j}$  y  $\gamma_{kj}$  son las matrices de semielasticidades de las demandas global y proporcional para cada moneda, respectivamente, con respecto a los tipos de rendimiento de éstas.  $\phi$  es el coeficiente (supuestamente igual en todos los países) de los rendimientos reales de los acti-

vos no financieros.  $\mu_1$  y  $\mu_j$  son términos constantes.  $n$  representa el número de países incluidos en el estudio, y el paréntesis  $(-1)$  hace referencia al período precedente.

Brillembourg y Schadler estimaron su modelo en el marco de los siete países más industrializados más Suiza para el período que va desde marzo de 1973 a junio de 1978. Los resultados que a efectos del presente trabajo cabe resaltar son los que se refieren a los valores estimados de los elementos de las matrices de semielasticidades  $\gamma_{ij}$  y  $\gamma_{kj}$ . Del grado de significación de las semielasticidades cruzadas (las que están fuera de la diagonal) se deduce que estos coeficientes contribuyen en gran medida a explicar el comportamiento de los tipos de cambio estudiados. Además, la pauta de los coeficientes que están fuera de la diagonal revela que las monedas de la Europa continental son fuertemente complementarias (una gran proporción de las semielasticidades cruzadas son significativamente distintas de cero y tienen signo positivo) mientras que tanto el dólar estadounidense como el canadiense tienden a ser sustitutivos (semielasticidades cruzadas negativas y significativamente distintas de cero) de las monedas europeas.

Brillembourg y Schadler también estimaron su modelo para el caso en que no se tienen en consideración los efectos que la sustitución de monedas pueda tener sobre los tipos de cambio; es decir, para el caso en que las semielasticidades cruzadas valen cero y el modelo adquiere, por consiguiente, las características de un modelo monetario simple (en el modelo de Brillembourg y Schadler la riqueza real de los ocho países considerados viene aproximada por la suma de sus rentas reales). Un test  $\chi^2$  sobre los valores del ratio de verosimilitud de los dos modelos les permitió rechazar la hipótesis de la especificación con semielasticidades cruzadas nulas.

## V. CONSIDERACIONES FINALES

A lo largo del presente trabajo nos hemos ocupado en estudiar en qué medida el enfoque monetario de la determinación del tipo de cambio es capaz de explicar la volatilidad de los tipos de cambio en el período presente de flotación más o menos libre de las principales monedas. Hemos visto que el modelo monetario simple, al considerar como exógeno el tipo de interés nacional y dejar de lado las relaciones que las distintas monedas mantienen entre sí, no puede explicar el comportamiento —muchas veces errático— de los tipos de cambio en períodos muy cortos de tiempo. Sin embargo, las extensiones que se han hecho del modelo monetario en la segunda parte de la década de los años setenta permiten subsanar aquella deficiencia.

Los complementos aportados por los nuevos modelos, todos ellos plenamente satisfactorios en el plano teórico, van en dos direcciones: por una parte, se han hecho esfuerzos por endogeneizar el tipo de interés nacional incorporando expectativas racionales, y, por otra, se ha puesto más énfasis en el análisis de selección de carteras compuestas de varias divisas. Los modelos del primer tipo explican el comportamiento aleatorio de los tipos de cambio haciendo uso del armazón de la teoría de formación de los precios de activos en mercados bien organizados. Los modelos del segundo tipo resaltan el hecho de que la composición de las carteras de monedas puede alterarse en cualquier momento y en grandes proporciones, dependiendo de la elasticidad de sustitución de las monedas, ante las perturbaciones que experimentan las ofertas de activos y/o sus tipos de rendimiento.

La reciente proliferación de modelos de determinación del tipo de cambio basada en el equilibrio de los mercados de stocks ha dado lugar a cierta confusión terminológica y conceptual que exige unos comentarios. Suele ser bastante corriente que autores de la vertiente monetarista, como Frenkel y Bilson, e incluso otros que no suelen estar catalogados en la misma, como Marina von N. Whitman<sup>17</sup>, den el nombre de "enfoque de mercados de activos" al armazón teórico monetario. Denominación que no nos parece correcta porque se trata de dos aproximaciones teóricas distintas. El enfoque de mercados de activos extiende el armazón de equilibrio general de activos de Tobin (1969) incorporando activos extranjeros, como corresponde al caso de una economía abierta<sup>18</sup>. Tal como se desprende de lo expuesto en el presente trabajo, el enfoque monetario de los tipos de cambio puede considerarse un caso particular del enfoque de mercados de activos, del que se deduce cuando, entre otros supuestos, se considera al dinero como único activo, o, alternativamente, cuando entrando también en el análisis de otros activos nacionales y extranjeros resulta que éstos tienen la peculiaridad de ser perfectamente sustituibles y no existe ningún impedimento en su comercio.

Otra diferencia crucial, bajo nuestro punto de vista, es que mientras que el enfoque de mercados de activos pone especial énfasis en las distintas velocidades a las que se ajustan los diferentes mercados, los análisis monetaristas —que sí suponen diferencias en cuanto a la calidad y bondad de la información disponible en los distintos mercados— no reparan en aquella distinción: suponen que todos los mercados se ajustan inmediatamente.

17. Véase Whitman, M. von N. (1975), donde esta autora sintetiza los rasgos del monetarismo.

18. A tenor de la información de que disponemos, Branson (1976) constituye el primer trabajo en el que se elabora un modelo de estas características.

Tal como ha puesto de manifiesto Branson en varias ocasiones<sup>19</sup>, las diferencias que existen entre ambos enfoques pueden comprenderse claramente analizando la trayectoria de los sucesivos modelos elaborados por R. Dornbusch. En su artículo de 1976 utilizó el supuesto claramente monetarista de sustituibilidad perfecta entre los bonos nacionales y extranjeros, extendiendo el modelo de Fleming y Mundell<sup>20</sup>. Obtuvo así un modelo capaz de explicar los excesos de fluctuación de los tipos de cambio a corto plazo ("overshooting") y la dinámica que les lleva a satisfacer la condición de igualdad de poder adquisitivo a largo plazo. Dos años más tarde, construyó, junto con Fischer, un modelo en el que se recoge, tal como se hace normalmente en los modelos de mercados de activos, la influencia del saldo de la balanza por cuenta corriente<sup>21</sup>. Finalmente, Dornbusch (1980) amplió el modelo precedente abandonando la hipótesis de sustituibilidad perfecta entre los activos, cayendo así de lleno en el marco del enfoque de mercados de activos.

#### APENDICE

*MODELO DE SUSTITUCION DE MONEDAS. Obtención de la fórmula para el tipo de cambio al contado cuando la variable exógena compuesta se modifica según un proceso autorregresivo de primer orden.*

De acuerdo con este proceso podremos escribir:

$$\Delta x_t = \rho \Delta x_{t-1} + u_t \quad (1)$$

donde  $\Delta$  es el operador de diferencias,  $\rho$  es el parámetro autorregresivo de primer orden, y  $u_t$  es una perturbación aleatoria distribuida independientemente.

La ecuación (1) puede ser utilizada para predecir la variable exógena compuesta en todos los períodos futuros. En efecto, las esperanzas matemáticas de los sucesivos valores de  $x$  serán:

$$E_t(x_{t+1}) = E_t(x_t + \Delta x_{t+1}) = E_t(x_t + \rho \Delta x_t + u_{t+1}) = x_t + \rho \Delta x_t$$

$$E_t(x_{t+2}) = E_t(x_{t+1} + \Delta x_{t+2}) = E_t(x_{t+1} + \rho \Delta x_{t+1} + u_{t+2}) =$$

19. Véanse, por ejemplo, los comentarios de Branson a los trabajos de von Whitman (1975) y Dornbusch (1980) presentados en el panel del Brookings Institut.

20. Dornbusch (1976).

21. Dornbusch y Fischer (1978).



$$= E_t(x_{t+1} + \rho^2 \Delta x_t + \rho u_{t+1} + u_{t+2}) = x_t + \rho \Delta x_t + \rho^2 \Delta x_t$$

$$E_t(x_{t+3}) = E_t(x_{t+2} + \Delta x_{t+3}) = E_t(x_{t+2} + \rho \Delta x_{t+2} + u_{t+3}) =$$

$$= E_t(x_{t+2} + \rho^2 \Delta x_{t+1} + \rho u_{t+2} + u_{t+3}) =$$

$$= E_t(x_{t+2} + \rho^3 \Delta x_t + \rho^2 u_{t+1} + \rho u_{t+2} + u_{t+3}) =$$

$$= x_t + \rho \Delta x_t + \rho^2 \Delta x_t + \rho^3 \Delta x_t$$

En general, podremos escribir:

$$E_t(x_{t+j}) = x_t + \sum_{i=1}^j \rho^i \Delta x_t \quad (2)$$

Sustituyendo la ecuación (2) en la ecuación (11) del texto principal de este trabajo, y tomando el límite cuando  $j$  tiende a infinito obtendremos la fórmula siguiente para el tipo de cambio al contado:

$$\begin{aligned} e_t &= \frac{1}{1+\epsilon} \sum_{j=0}^{\infty} \psi^j E_t(x_{t+j}) = \frac{1}{1+\epsilon} \sum_{j=0}^{\infty} \psi^j (x_t + \sum_{i=1}^j \rho^i \Delta x_t) = \\ &= \frac{1}{1+\epsilon} \sum_{j=0}^{\infty} \psi^j x_t + \frac{1}{1+\epsilon} \sum_{j=0}^{\infty} \psi^j \sum_{i=1}^j \rho^i \Delta x_t \end{aligned}$$

Teniendo en cuenta que  $\psi < 1$ :

$$\begin{aligned} e_t &= \frac{1}{1+\epsilon} x_t \frac{1}{1-\psi} + \frac{1}{1+\epsilon} \sum_{j=0}^{\infty} \sum_{i=1}^j \psi^j \rho^i \Delta x_t = \\ &= \frac{1}{1+\epsilon} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\epsilon}{1+\epsilon}} x_t + \frac{1}{1+\epsilon} \Delta x_t \sum_{j=0}^{\infty} \sum_{i=1}^j \psi^j \rho^i = \\ &= x_t + \frac{1}{1+\epsilon} \Delta x_t \left( \sum_{i=1}^0 \psi^0 \rho^i + \sum_{i=1}^1 \psi^1 \rho^i + \right. \\ &\quad \left. + \sum_{i=1}^2 \psi^2 \rho^i + \sum_{i=1}^3 \psi^3 \rho^i + \dots + \sum_{i=1}^{\infty} \psi^{\infty} \rho^i \right) = \\ &= x_t + \Delta x_t \frac{1}{1+\epsilon} (\psi \rho + \psi^2 \rho + \psi^2 \rho^2 + \psi^3 \rho + \psi^3 \rho^2 + \psi^3 \rho^3 + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + \psi^4 \rho + \psi^4 \rho^2 + \psi^4 \rho^3 + \psi^4 \rho^4 + \dots) = \\
& = x_t + \Delta x_t \frac{1}{1+\epsilon} [\psi \rho (1 + \psi + \psi \rho + \psi^2 + \psi^2 \rho + \psi^2 \rho^2 + \psi^3 + \\
& \quad + \psi^3 \rho + \psi^3 \rho^2 + \psi^3 \rho^3 + \dots)] = \\
& = x_t + \Delta x_t \frac{1}{1+\epsilon} \left\{ \psi \rho [1 + \psi \rho + \psi^2 \rho^2 + \psi^3 \rho^3 + \right. \\
& \quad + \dots + (\psi + \psi^2 + \psi^3 + \dots) + \rho(\psi^2 + \psi^3 + \dots) + \rho^2(\psi^3 + \psi^4 + \dots) + \\
& \quad \left. + \rho^3(\psi^4 + \psi^5 + \dots)] \right\} = \\
& = x_t + \Delta x_t \frac{1}{1+\epsilon} \left\{ \psi \rho \frac{1}{1-\psi \rho} + \frac{\psi}{1-\psi} + \frac{\rho \psi^2}{1-\psi} + \frac{\rho^2 \psi^3}{1-\psi} + \dots \right\} = \\
& = x_t + \Delta x_t \frac{1}{1+\epsilon} \left\{ \frac{\psi \rho}{1-\psi \rho} + \psi \rho \left( \frac{\psi}{1-\psi} \left( \frac{1}{1-\psi \rho} \right) \right) \right\} = \\
& = x_t + \Delta x_t \cdot \frac{1}{1+\epsilon} \left[ \frac{\psi \rho}{1-\psi \rho} + \frac{\psi \cdot \psi \rho}{(1-\psi)(1-\psi \rho)} \right] = \\
& = x_t + \Delta x_t \cdot \frac{1}{1+\epsilon} \cdot \frac{\psi \rho}{(1-\psi \rho)(1-\psi)}
\end{aligned}$$

Como  $(1 - \psi) = \frac{1}{1 + \epsilon}$ , tendremos finalmente:

$$e_t - x_t + \frac{\psi \rho}{1 - \psi \rho} \Delta x_t \quad (3)$$

El valor del tipo de cambio en el período  $t - 1$  será:

$$e_{t-1} = x_{t-1} + \frac{\psi \rho}{1 - \psi \rho} \Delta x_{t-1} \quad (4)$$

Restando (4) de (3) tendremos:

$$e_t - e_{t-1} = x_t - x_{t-1} + \frac{\psi \rho}{1 - \psi \rho} \Delta x_t - \frac{\psi \rho}{1 - \psi \rho} \Delta x_{t-1}$$

de donde,

$$e_t = e_{t-1} + (1 + \frac{\psi\rho}{1-\psi\rho}) \Delta x_t - \frac{\psi\rho}{1-\psi\rho} \Delta x_{t-1}$$

Y como  $\Delta x_t = \rho \Delta x_{t-1} + u_t$ , se tendrá:

$$e_t = e_{t-1} + \frac{1}{1-\psi\rho} u_t + \frac{\rho}{1-\psi\rho} \Delta x_{t-1} - \frac{\psi\rho}{1-\psi\rho} \Delta x_{t-1}$$

es decir,

$$e_t = e_{t-1} + \frac{1}{1-\psi\rho} u_t + \frac{\rho(1-\psi)}{1-\psi\rho} \Delta x_{t-1} \quad (5)$$

Por otra parte, recordemos que, para el momento  $t-1$  la ecuación (9) del texto principal del presente trabajo puede escribirse así:

$$e_{t-1} = (1-\psi) x_{t-1} + \psi f_{t-1} \quad (6)$$

Véamos ahora a qué equivale  $x_{t-1}$ . Por definición tenemos:

$$x_{t-1} = x_t - \Delta x_t$$

Teniendo en cuenta (3), podremos escribir:

$$x_{t-1} = e_t - \frac{\psi\rho}{1-\psi\rho} \Delta x_t - \Delta x_t = e_t - \frac{1}{1-\psi\rho} \Delta x_t$$

Sustituyendo (1) en la anterior expresión tendremos:

$$x_{t-1} = e_t - \frac{\rho}{1-\psi\rho} \Delta x_{t-1} - \frac{1}{1-\psi\rho} u_t$$

Sustituyendo este valor en la ecuación (6):

$$e_{t-1} = (1-\psi)e_t - \frac{\rho(1-\psi)}{1-\psi\rho} \Delta x_{t-1} - \frac{1-\psi}{1-\psi\rho} u_t + \psi f_{t-1} =$$

$$= e_t - \psi e_t - \frac{\rho(1-\psi)}{1-\psi\rho} \Delta x_{t-1} - \frac{1}{1-\psi\rho} u_t + \frac{\psi}{1-\psi\rho} u_t + \psi f_{t-1}$$

Sustituyendo esta expresión en (5) obtendremos finalmente:

$$e_t = e_t - \psi e_t - \frac{\rho(1-\psi)}{1-\psi\rho} \Delta x_{t-1} - \frac{1}{1-\psi\rho} u_t + \frac{\psi}{1-\psi\rho} u_t + \psi f_{t-1} + \frac{1}{1-\psi\rho} u_t + \frac{\rho(1-\psi)}{1-\psi\rho} \Delta x_{t-1}$$

De donde,

$$e_t = f_{t-1} + \frac{1}{1-\psi\rho} u_t \quad (7)$$

#### REFERENCIAS

- BARRO, R.J. (1978): "A Stochastic Equilibrium Model of an Open Economy under Flexible Exchange Rates", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 92, febrero, pp. 149-164.
- BILSON, J.O. (1978 a): "The Monetary Approach to the Exchange Rate: Some Empirical Evidence", *Staff Papers*, I.M.F., vol. 25, marzo, pp. 48-75.
- BILSON, J.O. (1978 b): "Rational Expectations and the Exchange Rate", en Jacob A. Frenkel y Harry G. Johnson (eds.), *The Economics of Exchange Rates: Selected Studies*, Reading, Massachusetts, cap. 5, pp. 75-96.
- BILSON, J.O. (1979): "Recent Developments in Monetary Models of Exchange Rate Determination", *Staff Papers*, I.M.F. vol. 26, junio, pp. 201-223.
- BRAINARD, W. y TOBIN, J. (1978): "Pitfalls in Financial Models Building", *American Economic Review Proceedings*, 58, núm. 2, mayo, pp. 99-122.
- BRANSON, W.H. (1976): "Asset Markets and Relative Prices in Exchange Rate Determination", *Seminar Paper 66*, University of Stockholm, Institute for International Studies.
- BRILLEMBOURG, A. y SCHADLER, S.M. (1979): "A Model of Currency Substitution in Exchange Rate Determination 1973-1978", *Staff Papers*, vol. 26, núm. 3, pp. 513-42.
- CAGAN, P. (1956): "The Monetary Dynamics of Hiperinflation", en Milton Friedman (ed) *Studies in the Quantity Theory of Money*, University of Chicago Press, pp. 25-117.
- DORNBUSCH, R. (1976): "Expectations and Exchange Rate Dynamics", *Journal of Political Economy*, vol. 84, diciembre, pp. 1.161-1.176.

- DORNBUSCH, R. (1980): "Exchange Rate Economics: Where do we stand?", *Brookings Papers on Economic Activity*, 1:1980, pp. 143-185.
- DORNBUSCH, R. y FISCHER, S. (1978): "Exchange Rates and the Current Account", *American Economic Review*, diciembre.
- FAMA, E.F. (1971): "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work", en M.D. Intriligator, *Frontiers of Quantitative Economics*, North-Holland, Amsterdam, pp. 309-361.
- FRENKEL, J.A. (1976): "A Monetary Approach to the Exchange Rate: Doctrinal Aspects and Empirical Evidence", *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 78, núm. 2, pp. 200-224.
- FRENKEL, J.A. (1977): "The Forward Exchange Rate, Expectations and the Demand for Money: the German Hyperinflation", *American Economic Review*, 64, núm. 4, septiembre, pp. 653-670.
- FRENKEL, J.A. y CLEMENTS, K.W. (1978): "Exchange Rates in the 1920's: a Monetary Approach", *Discussion Paper*, Department of Economics, University of Chicago.
- FRENKEL, J.A. y MUSSA, M.L. (1980): "The Efficiency of Foreign Exchange Markets and Measures of Turbulence", *American Economic Review*, vol. 70, núm. 2, mayo, pp. 374-381.
- HORTALA, J. y TUGORES, J. (1981): "Sobre algunos desarrollos recientes de la Teoría de los Tipos de Cambio", *Cuadernos de Economía*, vol. 9, núm. 24, enero-abril, pp. 155-186.
- ISARD, P. (1977): "How far can we push the 'Law of One Price'?", *American Economic Review*, vol. 67, diciembre, pp. 942-948.
- JOHNSON, H.G. (1972): "Further Essays in Monetary Theory", George Allen and Unwin, Londres.
- LANYI, A. y SUSS, E.C. (1982): "Exchange Rate Variability: Alternative Measures and Interpretation", *Document of International Monetary Fund*, Research Department, august.
- MUSSA, M. (1976): "The Exchange Rate, the Balance of Payments and Monetary and Fiscal Policy under a Regime of Controlled Floating", *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 78, núm. 2, pp. 229-248.
- MUSSA, M. (1979): "Empirical Regularities and the Behaviour of Exchange Rates and Theories of the Foreign Exchange Market", en Karl Brunner y Allan Meltzer (eds.): *Policies for Employment, Prices and Exchange Rates*, vol. 11, Carnegie-Rochester Conferences on Public Policy, Journal of Monetary Economics, supplement, pp. 9-57.
- SARGENT, T.J. y WALLACE, N. (1975): "Rational Expectations and the Dynamics of Hyperinflation", *International Economic Review*, vol. 14, junio, pp. 328-350.
- TOBIN, J. (1969): "A General Equilibrium Approach to Monetary Theory", *Journal of Money, Credit and Banking*, núm. 1, febrero, pp. 15-29.
- WHITMAN, M. von N. (1975): "Global Monetarism and the Monetary Approach to the Balance of Payments", *Brookings Papers on Economic Activity*, núm. 3, pp. 491-555.